

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DALAM
PENENTUAN RUTE & PENJADWALAN
PENGANGKUTAN SAMPAH DI WILAYAH BANDUNG
UTARA**

(STUDI KASUS: PD. KEBERSIHAN KOTA BANDUNG)

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

Oleh

AYU FAUZIAH

15301013



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2019

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DALAM PENENTUAN RUTE & PENJADWALAN PENGANGKUTAN SAMPAH DI WILAYAH BANDUNG UTARA

(STUDI KASUS: PD. KEBERSIHAN KOTA BANDUNG)

AYU FAUZIAH

NRP: 153010133

ABSTRAK

Pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Utara merupakan objek dalam penelitian ini. Jumlah sampah yang dihasilkan di Wilayah Bandung Utara cukup besar yaitu 0,0014 orang dalam satu hari, maka pengangkutan sampah yang dilaksanakan oleh PD. Kebersihan Kota Bandung harus sesuai yang ditargetkan, yaitu salah satunya dengan penentuan rute yang merupakan masalah yang dihadapi akibat total jarak yang ditempuh cukup jauh yaitu 378,01 km serta tidak diketahui secara pasti jadwal pengangkutan sampah dari setiap TPS menjadi salah satu permasalahan yang dihadapi oleh PD. Kebersihan Kota Bandung. Dalam upaya penyelesaian masalah tersebut metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah savings heuristic (Clarke and Wright) sebagai usulan awal yang di evaluasi menggunakan Algoritma Genetika dengan tujuan mendapatkan rute dengan jarak terpendek, dan berdasarkan rute tersebut dapat disusun penjadwalan pengangkutan sampah pada setiap TPS nya. Berdasarkan kedua metode tersebut, hasil Metode savings heuristic (Clarke and Wright) adalah 29 TPS dengan 7 rute terbentuk menghasilkan total jarak 326,241 km . sedangkan metode Algoritma Genetika adalah 29 TPS dengan 7 rute terbentuk menghasilkan total jarak 296,704. Berdasarkan kondisi awal menunjukan adanya efesiensi total jarak yang ditempuh yaitu sebesar 21,51%.

Kata Kunci: Pengangkutan Sampah, Clarke and Wright, Algoritma Genetika

IMPLEMENTATION GENETIC ALGORITHMS FOR DETERMINING ROUTES AND SCHEDULING OF WASTE TRANSPORT IN NORTH BANDUNG REGION

(CASE STUDY: PD. KEBERSIHAN KOTA BANDUNG)

AYU FAUZIAH

NRP: 153010133

ABSTRACT

Trash transportation in the Northern Bandung area was an object of this study. The amount of trash produced in the North Bandung Region is quite large at 0.0014 / person in one day, therefore the trash transportation carried out by PD. Kebersihan Kota Bandung must be as targeted, In one case, the route determination is a problem faced by the total distance traveled quite far that is 378.01 km and it is not known for certain the schedule of transporting trash from each TPS to be one of the problems faced by PD. Kebersihan Kota Bandung. An effort to resolve the problem, the method used in this study is savings heuristic (Clarke and Wright) as an initial solution evaluated using Genetic Algorithms with the purpose of getting the route with the shortest distance, and based on the route a trash transportation scheduling can be arranged at each of the TPS. Based on the two methods, the savings heuristic (Clarke and Wright) method results are 29 TPS with 7 routes formed and produce a total distance of 326,241 km. While the Genetic Algorithm method is 29 TPS with 7 routes formed and produced a total distance of 296,704. Based on the initial conditions, it shows that the total distance traveled is 21.51%.

Keywords: Trash transportation, Clarke and Wright, Genetic Algorithm

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DALAM
PENENTUAN RUTE & PENJADWALAN PENGANGKUTAN
SAMPAH DI WILAYAH BANDUNG UTARA**

(STUDI KASUS: PD. KEBERSIHAN KOTA BANDUNG)

Oleh

AYU FAUZIAH

NRP : 153010133

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal

Pembimbing

Penelaah

(Dr. Ir. Yogi Yogaswara, MT)

(Dr. Ir. H. Tjutju TarlihDimyati, MSIE)

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Ir. Toto Ramadhan, MT

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
Bab I Pendahuluan	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Tujuan dan Manfaat Pemecahan Masalah.....	I-4
I.4 Ruang Lingkup dan Asumsi	I-4
I.5 Lokasi Penelitian	I-5
I.6 Sistematika Penulisan.....	I-5
Bab II Tinjauan dan Landasan Teori.....	II-1
II.1 Pengangkutan dalam Pengelolaan Sampah	II-1
II.1.1 Pengertian Sampah.....	II-1
II.1.2 Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.....	II-2
II.2 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	II-2
II.2.2 Definisi <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	II-3
II.2.2 Jenis-jenis <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	II-6
II.2.3 Capacitated <i>Vehicle Routing Problem</i> (CVRP)	II-8
II.3 Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	II-11
II.3.1 Metode Heuristik.....	II-11
II.3.2 Metode Meta-heuristik	II-14
II.4 Metode <i>Saving</i> (Clarke & Wright)	II-17
II.5 Algoritma Genetika	II-20
II.5.1 Definisi Algoritma Genetika.....	II-20

II.5.2	Karakteristik Algoritma Genetika	II-22
II.5.3	Komponen dalam Algoritma Genetika	II-23
II.5.4	Operator Genetika	II-24
II.6	Penelitian Sebelumnya	II-31
Bab III	Usulan Penyelesaian Masalah.....	III-1
III.1	Model Penyelesaian Masalah	III-1
III.2	Langkah-Langkah Pemecahan Masalah	III-2
III.2.1	Pengumpulan Data	III-2
III.2.2	Pengolahan Data.....	III-3
III.2.3	Analisis dan Pembahasan	III-9
III.2.4	Kesimpulan dan Saran.....	III-10
Bab IV	Pengumpulan dan Pengolahan Data	IV-1
I V.1	Pengumpulan Data	IV-1
I V.1.1	Gambaran Umum Perusahaan.....	IV-1
I V.1.2	Data Lokasi Depot, TPS dan SPA serta volume masing-masing TPS	IV-6
I V.1.4	Matriks Jarak.....	IV-7
I V.1.5	Peta Lokasi	IV-8
I V.1.6	Pola Pengangkutan Sampah	IV-8
I V.1.7	Data Jenis Kendaraan, Kapasitas, dan Waktu Bongkar Muat (<i>Loading & Unloading</i>).	IV-11
I V.2	Pengolahan Data	IV-12
I V.2.1	Rute Eksisting	IV-12
I V.2.2	Pengolahan Data dengan <i>Saving Heuristic (Clarke & Wright)</i> .	IV-13
I V.2.3	Penyelesaian <i>Routing</i> dengan Algoritma Genetika.....	IV-24
I V.2.4	Pengolahan Data Penjadwalan	IV-34
Bab V	Analisis dan Pembahasan.....	V-1
Bab VI	Kesimpulan dan Saran	VI-1
VI.1	Kesimpulan.....	VI-1
VI.2	Saran	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

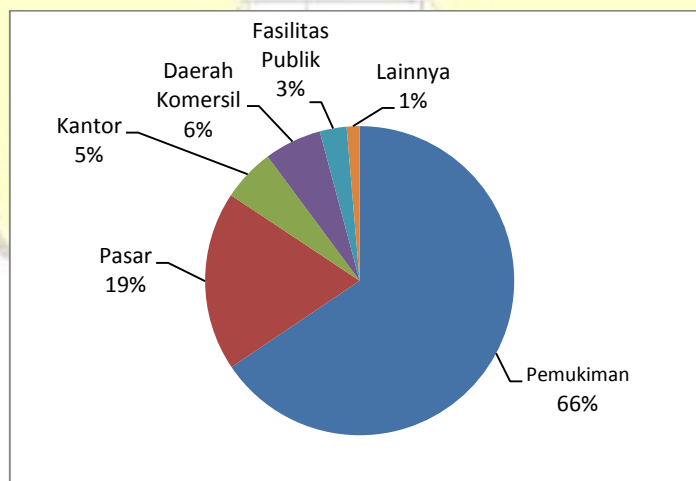
LAMPIRAN

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Masalah

Sampah merupakan salah satu permasalahan yang cukup serius bagi lingkungan perkotaan, termasuk Kota Bandung sebagai salah satu kota besar dimana aktivitas sehari-hari masyarakat menghasilkan buangan atau sampah. Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Selanjutnya yang dimaksud dengan sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus (*UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan*). Salah satu kegiatan pengelolaan sampah perkotaan adalah pengangkutan sampah, yang erat kaitanya dengan permasalahan penentuan rute yang ditempuh, serta penjadwalan pengangkutan sampah yang teratur. Penentuan rute ini telah banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pengangkutan sampah salah satunya pada penelitian (Anwari dkk, 2011).

Menurut data terakhir Badan Pusat Statistik (BPS) laju pertumbuhan penduduk Kota Bandung pada tahun 2017 adalah sebesar 0,39%. Pertumbuhan penduduk Kota Bandung setiap tahunnya mengakibatkan bertambah pula aktivitas masyarakat dalam menghasilkan buangan atau sampah yang berakibat pada meningkatnya volume sampah.



Gambar I. 1 Data Rata-rata Produksi Sampah di Kota Bandung 2017

Sumber: Pendata Kota Bandung (Datasets), 2017

Kegiatan masyarakat dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari menghasilkan volume sampah yang paling besar, hal tersebut dapat dilihat pada data yang ditampilkan sebelumnya, wilayah pemukiman memiliki presentase sebesar 66% dalam menghasilkan sampah di Kota Bandung, yang berarti wilayah Bagian Kota Bandung lainnya termasuk Bandung Utara terkena dampak terus meningkatnya volume sampah.

Data terakhir Pendata Kota Bandung (Datasets), 2016 wilayah Bandung Utara menghasilkan volume sampah secara keseluruhan sebesar 803.37 m³ dalam satu hari, yang dihasilkan dari 29 Tempat Penampungan Sementara (TPS) yang tersebar di Wilayah Bandung Utara. Sementara menurut data (BPS) jumlah penduduk 2016-2017 wilayah Bandung Utara sebanyak 403.800 jiwa, maka setiap orang di Wilayah Bandung Utara rata-rata menghasilkan sampah sebesar 0.0014 m³ dalam satu hari.

Pengangkutan sampah dari setiap TPS ke Stasiun Peralihan Antara (SPA) di Kota Bandung merupakan salah satu pengelolaan sampah yang dilakukan oleh PD. Kebersihan Kota Bandung. Terkait jumlah sampah perhari yang dihasilkan di daerah Bandung Utara cukup besar maka pengangkutan sampah yang dilaksanakan oleh PD. Kebersihan Kota Bandung harus sesuai dengan yang ditargetkan, yaitu salah satunya adalah dengan penentuan rute pengangkutan sampah tercepat.

Dalam kegiatan operasional pengangkutan sampah oleh PD. Kebersihan Kota Bandung di Wilayah Bandung Utara, setiap rute yang dilalui oleh kendaraan menuju TPS tidak memperhatikan jarak dari satu TPS ke TPS lainnya. Hal tersebut mengakibatkan jarak tempuh yang dilalui menjadi jauh. Kemudian berdasarkan rute pengangkutan sampah yang digunakan saat ini, belum adanya jadwal pengangkutan sampah secara pasti dengan tidak diketahuinya kedatangan kendaraan pengangkutan sampah pada setiap TPS nya dikhawatirkan dapat berdampak pada penumpukan sebagian sampah di beberapa TPS. Maka salah satu upaya untuk menangani permasalahan tersebut diperlukan penjadwalan pengangkutan sampah yang salah satunya terkait dengan rute yang ditempuh untuk menuju setiap TPS. Dalam hal ini ruas jalan setiap rute yang dilalui memiliki kecepatan rata-rata yang berbeda, yaitu sesuai dengan kepadatan dan

kondisi pada setiap ruas jalan yang berpengaruh terhadap waktu tempuhnya. Berdasarkan penelitian (Rahayu, 2017) mengenai wilayah Bandung Utara, terdapat beberapa ruas jalan yang dilalui untuk menuju TPS merupakan pusat pendidikan, bisnis dan kuliner dimana sering menggunakan badan jalan sebagai daerah parkir kendaraan, adanya jalan-jalan menuju pusat perbelanjaan dan pasar tradisional, kemudian terdapat beberapa ruas jalan yang pendek yang diperparah dengan angkot yang sembarangan tempat berhenti dan menunggu penumpang yang juga menjadi salah satu penyebab kepadatan jalan di Wilayah Bandung Utara.

Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan pembentukan rute baru berdasarkan jarak terpendek dan kemudian berdasarkan rute yang terbentuk akan disusun jadwal pengangkutan sampah di setiap TPS dengan mempertimbangan waktu tempuh perjalanan, berdasarkan kecepatan rata-rata yang berbeda di setiap ruas jalan yang dilalui.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan permasalahan tersebut termasuk kedalam *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang mempertimbangan rute kendaraan yang berangkat dari sebuah depot, melayani konsumen tertentu, dan kembali lagi ke depot. Namun dalam hal ini kapasitas angkut kendaraan harus dipertimbangkan dalam permasalahan pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Utara maka model yang tepat untuk permasalahan pengangkutan sampah adalah variasi dari VRP yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP).

Pembentukan rute baru pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Utara dapat dilakukan dengan pendekatan yang mempertimbangkan jarak yang memiliki penghematan dalam membentuk setiap rute pengangkutan sampah, dengan mempertimbangkan kapasitas angkut kendaraan. Kemudian dengan pendekatan yang salah satunya dapat menghasilkan sebuah solusi dan memungkinkan tiap solusi tersebut untuk dibandingkan, sehingga dapat memberikan solusi yang lebih baik dalam penentuan rute perjalanan pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Utara.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penentuan rute pengangkutan sampah yang dapat menghasilkan rute terbaik di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara?
2. Bagaimana usulan jadwal pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara sesuai dengan rute yang telah dihasilkan?

I.3 Tujuan dan Manfaat Pemecahan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan maka tujuan dari pemecahan masalah sebagai berikut:

1. Menentukan rute pengangkutan sampah yang dapat menghasilkan rute terbaik di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara.
2. Menyusun jadwal pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara yang sesuai dengan rute yang telah dihasilkan.

Adapun manfaat dari pemecahan masalah pengangkutan sampah di Kota Bandung wilayah bagian Utara sebagai berikut:

1. Memberikan rekomendasi kepada PD. Kebersihan Kota Bandung, berupa alternatif penentuan rute pengangkutan sampah yang baik di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara.
2. Mengetahui waktu tiba kendaraan di setiap TPS, sehingga berkurangnya penumpukan sampah yang tidak terangkut. Dalam hal ini masyarakat dapat membuang sampah sebelum kendaraan tiba pada setiap TPS nya. Dan sebagai bahan evaluasi PD. Kebersihan Kota Bandung dalam mengelola penjadwalan pengangkutan sampah yang lebih terencana.

I.4 Ruang Lingkup dan Asumsi

Adapun ruang lingkup agar pembahasan masalah pengangkutan sampah di Kota Bandung wilayah Bagian Utara lebih terarah atau fokus terhadap tujuan maka penulis memberikan batasan permasalahan pada penelitian ini. Adapun batasan masalah tersebut adalah:

1. Wilayah yang diteliti merupakan Kota Bandung wilayah Bagian Utara.
2. Penelitian dilakukan terhadap armada transportasi yang menggunakan kendaraan *dump truck*.
3. Armada angkut yang diamati dalam rute pengangkutan sampah adalah *dump truck* dengan kapasitas 10 m^3 .
4. Penelitian kasus mengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara melibatkan SPA (Stasiun Peralihan Antara) tanpa melibatkan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Dimulai dari depot (*pool*) ke Tempat Pembuangan Sampah (TPS) kemudian ke Stasiun Pembuangan Antara (SPA).
5. Pada perhitungan waktu tempuh kendaraan, memperhatikan kecepatan kendaraan setiap ruas jalan yang dilalui.
6. Penelitian tidak memperhitungkan biaya transportasi dan biaya-biaya lain yang berpengaruh dalam kegiatan operasional pengangkutan sampah.

Adapun asumsi-asumsi dari pemecahan masalah pengangkutan sampah di Kota Bandung wilayah bagian Utara sebagai berikut:

1. Jarak i ke j sama dengan jarak j ke i (simetris), artinya jarak antar titik i ke j dan sebaliknya dari titik j ke titik i adalah sama.
2. Seluruh armada kendaraan diasumsikan layak jalan melakukan aktivitas pengangkutan sampah.
3. Faktor kompaksi truk sebesar 20%, sehingga kapasitas truk 10 m^3 dapat mengangkut sampah 12 m^3 .

I.5 Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai penentuan rute dan rencana penjadwalan pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara dilaksanakan di PD Kebersihan Kota Bandung yang bertempat di Jl. Surapati No.126, Cihaur Geulis, Cibeunying Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat 40122.

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan pemecahan masalah ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas gambaran secara umum mengenai penelitian permasalahan penentuan rute dan perancangan penjadwalan pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara, antara lain latar belakang permasalahan pengangkutan sampah, rumusan masalah yang mengarah pada apa yang akan dilakukan, tujuan pemecahan masalah yang merupakan jawaban dari perumusan masalah, manfaat pemecahan masalah berupa paparan mengenai kontribusi penulis terhadap penelitian yang dilakukan, ruang lingkup dan asumsi berisikan batasan dan asumsi yang digunakan untuk mencapai tujuan penulis, lokasi penelitian yaitu lokasi yang menjadi Wilayah penelitian permasalahan pengangkutan sampah, dan terakhir sistematika penulisan yang merupakan isi dari setiap bab dalam penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai dasar pendukung pemecahan masalah berupa teori-teori dan tinjauan pustaka yang relevan dengan permasalahan pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara, seperti konsep dari *Vehicle Routing Problem* (VRP) dan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP), kemudian paparan mengenai dasar-dasar pendekatan penyelesaian masalah.

BAB III USULAN PEMECAHAN MASALAH

Bab ini membahas mengenai langkah-langkah menyelesaikan masalah, dan rancangan penelitian secara keseluruhan yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara mulai dari model pemecahan masalah secara keseluruhan hingga penyelesaian masalah *Vehicle Routing Problem* (VRP) dan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) menggunakan metode *heuristic Saving Clarks & Wright* dan metode *metaheuristic Algoritma Genetika*.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini membahas mengenai pengumpulan data-data pendukung yang menjadi *input* untuk pengolahan data, kemudian dilakukannya pengolahan data dengan

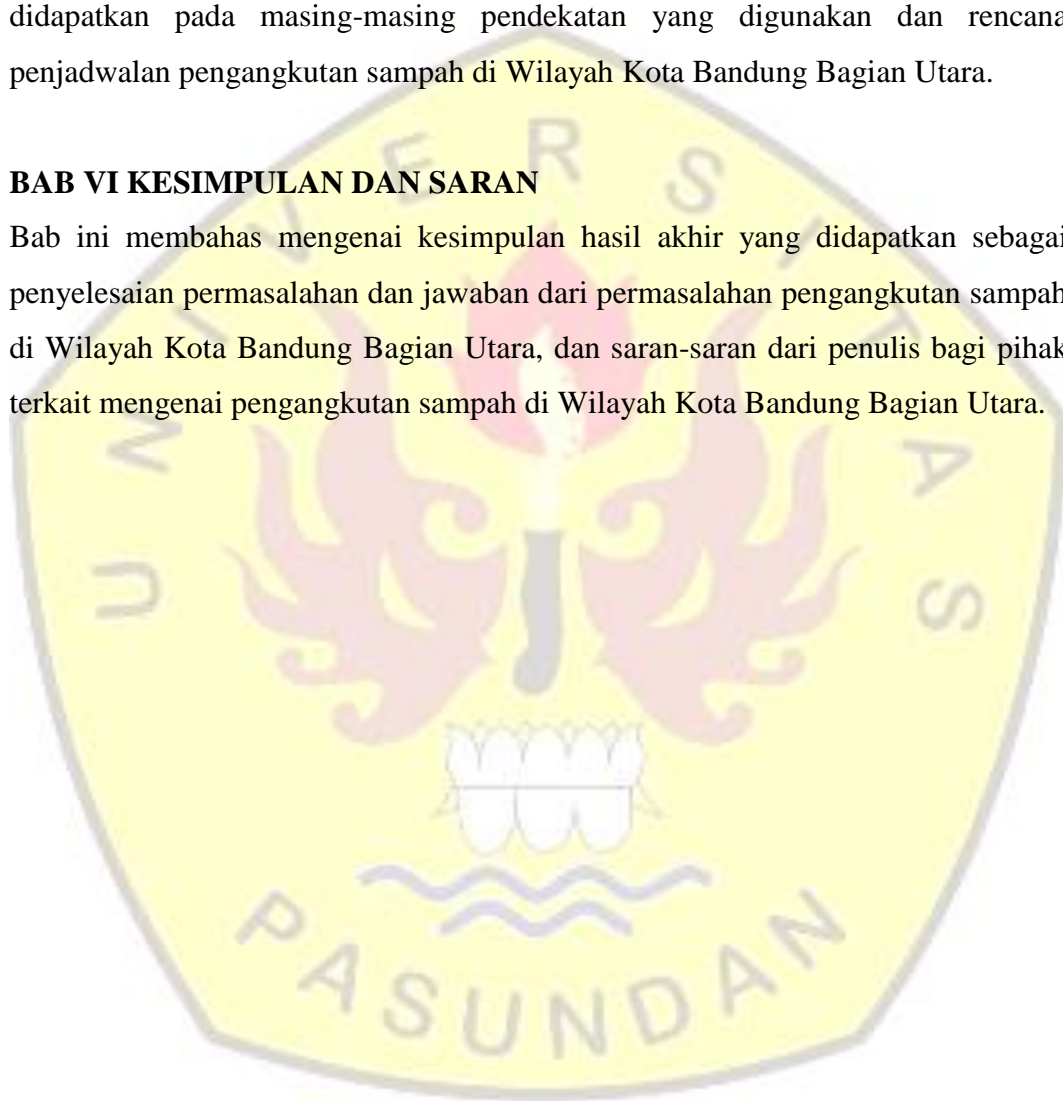
menggunakan pendekatan *heuristic Saving Clarks & Wright* dan pendekatan *metaheuristic* Algoritma Genetika hingga di dapatkan *output* akhir yang diharapkan mengenai permasalahan pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai analisa hasil dari penentuan rute terbaik yang didapatkan pada masing-masing pendekatan yang digunakan dan rencana penjadwalan pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan hasil akhir yang didapatkan sebagai penyelesaian permasalahan dan jawaban dari permasalahan pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara, dan saran-saran dari penulis bagi pihak terkait mengenai pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung Bagian Utara.



DAFTAR PUSTAKA

- B. Golden dkk. (2008). *The Vehicle Routing Problem*. Cesena: Springer Science+Business Media.
- Ballou, R. H. (2004). *Business logistics / supply Chain Management: Planning, Organizing, And Controlling The Supply Chain*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Basriyanta. (2007). *Memanen Sampah*. Yogyakarta: Kanisius.
- BPS. (2018). *Statistik Daerah Kota Bandung 2018*. Bandung: Badan Pusat Statistik Kota Bandung.
- BSN. (2002). *Standar Nasional Indonesia Tentang Tata Cara Teknik Operasional, SNI No.19-2452-2002*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- D. T. Pham dkk. (2000). *Intelligent Optimisation Techniques*. Kasyeri: Springer.
- F.B, Pereira, & J, Tavares (2008). *Bio-inspired Algorithms for the Vehicle Routing Problem*. Montreal: Springer.
- Falkenauer, E. (1996). *A Hybrid Grouping Genetic Algorithm For Bin Packing*.
- Fariza dkk. (2011). Perancangan Sistem Optimasi Penjadwalan Pengangkutan Sampah Di Surabaya Secara Adaptif Menggunakan Metode Algoritma Genetika.
- Firdaus. (2013). *Algoritma Evolusi*. Malang: Universitas Brawijaya
- Gabriel, T., & Laporte, G. (1998). *Fleet Management And Logistics*. Kluwer Academic Publishers: Boston.
- Gen, Mitsuo., Cheng. Runwei. 1997. *Genetic Algorithm and Engineering Design*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- H, Siswanto. (2002). *Kamus Populer Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Indonesia. (2008). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia. (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013*. Jakarta: Sekretariat Negara.

- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumawardani dkk. (2017). Penentuan Rute Distribusi Daging Ayam Menggunakan Metode Clarke And Wright Savings Dan Algoritma Genetika.
- Lal, P. (2009). Heuristic Methods for Capacitated Vehicle Routing Problem.
- Michalewics, Zbiniew. 1996. Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs (online).
- M, Gen, and Cheng R. (2000) *Genetic Algorithm and Engineering Optimization*. New York: Jhon Wiley and Sons.
- M, Gendreau, & J.-Y. Potvin. (2010). *Handbook of Metaheuristics*. Montreal: Springer.
- Nugroho, M. (2017). Optimasi Penjadwalan Cerdas Menggunakan Algoritma Memetika.
- ODB. (2017). *Rata-rata Produksi Sampah Kota Bandung berdasarkan Sumber Sampah*. Bandung: Pendata Kota Bandung.
- ODB. (2016). *Data Sebaran TPS Kota Bandung*. Bandung: Pendata Kota Bandung.
- P, Toth, & D, Vigo (2002). *Vehicle Routing Problems, Methods, and Application*. Philadelphia: SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications.
- Pichpibul, T., & Kawtummachai, R. (2013). A Heuristic Approach Based on Clarke-Wright Algorithm for Open Vehicle Routing Problem. *The Scientific World Journal*.
- Prana, R. A. (2007). Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem. .
- Purnomo, A. (2010). Penentuan Rute Pengiriman dan Biaya Transportasi dengan Menggunakan Metode Clark and Wright Saving Heuristic. *ISSN : 2086-8561*.
- Putra. (2017). Perancangan Rute Perjalanan Baru Pengangkutan Sampah Di Pd. Kebersihan Wilayah Kota Bandung Bagian Barat Menggunakan Metode Vehicle Routing Problem Clark Wright Savings.

- Rahayu. (2017) Faktor-faktor penyebab Kemacetan di Kota Bandung
- S, Christian. (2011). Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Kota Makassar Dengan Metode Penyelesaian Vehicle Routing Problem (VRP). *Skripsi* .
- Saprudin, Y. (2018). Optimalisasi Rute Angkutan Sampah Dalam Upaya Menurunkan Ongkos Angkut Dengan Pendekatan Algoritma Genetika. *Skripsi* .
- Saptono dkk. (2007). Perancangan Algoritma Genetika Untuk Menentukan.
- Saputra, L. (2018). Penentuan Rute Truk Sampah Di Wilayah Bandung Timur Dengan Menggunakan Algoritma Genetika. *Skripsi*
- Savransky, S. (2003). *121 Heuristics For Solving Problems*. Morrisville: Lulu, Inc.
- Suharjanto. (2006). Implementasi Algoritma Genetik Pada Optimasi.
- Tchobanoglous. (1997). *Integrated Solid Waste Management Engineering*. New York: Megraw Hill.
- Turohmi dkk. (2014). Optimalisasi Penjadwalan Pengangkutan Sampah.
- Vitra, I. (2004). Perbandingan Metode-Metode dalam Algoritma Genetika untuk Travelling. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi* .
- Wahyukaton & Rochaeni, A. (2019). Shortest Route for Waste Transportation in Northern Bandung using Vehicle Routing Problem - Clarke and Wright - Saving Method. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*
- Wahyuni dkk. (2016). *Penerapan Algoritma Genetika Pada Permasalahan Distribusi Dan Rute Kendaraan*. Jakarta: Gunadarma.
- Yeun. (2008). Vehicle Routing Problem: Models And Solutions. *Journal of Quality Measurement and Analysis*.
- Yuntasari. (2014). Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah. *Skripsi* .
- Zukhri, Z. (2004). Penyelesaian Masalah Penugasan dengan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi* .